

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SEUS IMPACTOS NAS PRODUTIVIDADES DAS CULTURAS DO FEIJÃO E DO MILHO NO ESTADO DE MINAS GERAIS

LEYDIMERE J. C. OLIVEIRA⁽¹⁾, LUIZ C. COSTA⁽²⁾, GILBERTO C. SEDIYAMA⁽³⁾,
WILLIAMS P. M. FERREIRA⁽⁴⁾, MARCELO J. DE OLIVEIRA⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Eng. Ambiental, Doutoranda em Meteorologia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG, Fone: (0 XX 31) 3899 1902, leydimere@yahoo.com.br. ⁽²⁾ Licenciado em Matemática, Prof. Associado, Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG. ⁽³⁾ Eng. Agrônomo, Prof. Titular, Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG. ⁽⁴⁾ Meteorologista, Embrapa Milho e Sorgo, CNPMS, Sete Lagoas-MG. ⁽⁵⁾ Eng. Agrimensor, Prof. Mestre, Depto. de Engenharia de Minas, UFG, Catalão-GO.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG.

RESUMO: Foram simuladas alterações na produtividade das culturas do feijão e do milho, para os anos de 2020, 2050 e 2080, comparadas com o ano-base 2000, considerando-se as condições climáticas futuras, o efeito fertilização por CO₂ e o avanço tecnológico. Para quantificar o efeito das condições climáticas na produtividade das culturas, foram utilizados dados diários projetados para o cenário A2, pelo modelo de circulação geral da atmosfera, HadCM3. Uma relação empírica simples foi usada, para calcular o efeito da crescente concentração de CO₂ na produtividade das culturas. O efeito do avanço tecnológico na produtividade futura foi estimado, por meio da tendência da série histórica dos dados de produtividade do IBGE, considerando-se o período de 1976 a 2004. As estimativas mostraram tendência de queda em todas as mesorregiões, mas com a introdução do efeito tecnológico nas simulações, constatou-se aumento na produtividade potencial das duas culturas em todas as mesorregiões.

PALAVRAS CHAVE: aquecimento global, fertilização por CO₂, produtividade potencial.

CLIMATIC CHANGES AND THEIR IMPACTS ON PRODUCTIVITIES OF THE BEANS AND MAIZE CROPS IN MINAS GERAIS STATE

ABSTRACT: Some alterations in the productivity of the bean and maize crops were simulated for the years 2020, 2050 and 2080, compared with the basis-year 2000, by considering the future climatic conditions, fertilization effect from CO₂ and the technological advance. To quantify the effect of the climatic conditions on productivity of the crops, daily data projected for the A2 scenery based on the general atmosphere circulation model - HadCM3 were used. A simple empirical relationship was used to calculate the effect of the increasing CO₂ concentration on the productivity of the crops. The effect of the technological advance on the future productivity was estimated by the tendency of the historical series of the IBGE productivity data, by considering the period from 1976 to 2004. The estimates showed a tendency of productivity decrease in all the mesoregions, but with the introduction of the technological effect an increase of the productivity of two crops was observed in all the mesoregions.

KEYWORDS: global warming, CO₂ fertilization, potential productivity.

INTRODUÇÃO: Estudos desenvolvidos em diferentes partes do mundo têm mostrado que as condições climáticas futuras poderão ter impactos substanciais na produtividade das

culturas (LUO et al., 2005; RICHTER & SEMENOV, 2005; ZHANG & LIU, 2005). Esses impactos referem-se às taxas fotossintéticas e de respiração, e à redução no ciclo das culturas. A causa principal desses impactos é o aumento da temperatura média do ar, decorrente do aquecimento global. O melhoramento genético das culturas, associado às práticas adequadas de manejo e avanços tecnológicos, foi responsável pelo aumento da produtividade, observada nas últimas décadas (EASTERLING et al., 1998). O aumento na concentração de CO₂ aponta alterações na produtividade das lavouras. Segundo LIMA (2005), em condições experimentais controladas, o aumento na concentração de CO₂ resultou em aumento entre 20% a 30% nas taxas de fotossíntese. Destaca-se, assim, a importância de considerar o efeito do clima, da crescente concentração de CO₂ e do avanço tecnológico nos estudos, cujo objetivo é investigar os impactos das mudanças climáticas na produtividade das culturas.

MATERIAL E MÉTODOS: Dados meteorológicos diários de temperaturas do ar, máxima, mínima e média e insolação de 19 estações, fornecidos pelo 5º Distrito do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), representativas de sete mesorregiões do Estado de Minas Gerais para o ano agrícola 1999/2000, foram utilizados neste trabalho. Os dados de produtividade das culturas foram obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para as simulações da cultura do feijão foram utilizados dados do cultivar Pérola, grupo comercial Carioca que apresenta ciclo de, aproximadamente, 90 dias. Para as simulações da cultura do milho foram dados usados do cultivar AGN 2012 (Híbrido duplo), que apresenta ciclo de, aproximadamente, 116 dias. A data de plantio foi 15 de outubro para todas as simulações. Foi utilizado um modelo modular, desenvolvido no software Model Maker 3.0. O acúmulo de biomassa da cultura foi calculado, diariamente, baseando-se na taxa de fotossíntese bruta do dossel, estimada pela curva da hipérbole não retangular, com os parâmetros: taxa de fotossíntese máxima, eficiência do uso de luz e parâmetro de forma. O balanço diário de carbono foi definido como a matéria seca resultante da diferença entre a assimilação e a respiração de manutenção diária da cultura. Em seguida, o ganho de carbono simulado foi convertido em matéria seca, através da respiração de crescimento. O processo fisiológico foi caracterizado, baseando-se em de dois parâmetros específicos para cada variedade: tempo térmico para o florescimento e para a maturação. À medida que se acumularam os totais de graus-dias, exigidos pela cultura para a ocorrência dos eventos fenológicos, o módulo referente à partição de assimilados distribuiu a assimilação diária entre os diferentes órgãos da planta. O rendimento de grão foi estimado com base na percentagem de matéria seca alocada para os órgãos reprodutivos em função da fase fenológica. A simulação foi concluída quando a cultura atingiu a maturidade fisiológica. As condições climáticas foram projetadas pelo modelo de circulação geral da atmosfera HadCM3, desenvolvido no Hadley Centre, para os anos de 2020, 2050 e 2080, para o cenário A₂. O efeito global da crescente concentração de CO₂ na produtividade das culturas foi simulado, conforme estabelecido por EWERT et al. (2005):

$$P_{CO_2} = \frac{f_{CO_2} \times \Delta CO_2}{100} + 1 \quad (1)$$

em que: P_{CO_2} = efeito da concentração de CO₂ na produtividade das culturas; f_{CO_2} = mudança relativa na produtividade por unidade crescente na concentração de CO₂ (%.ppm⁻¹); e, ΔCO_2 = diferença entre a concentração de CO₂ futura e do ano-base (ppm). TUBIELLO et al. (2000) assumiram que, para um aumento de 350ppm na concentração de CO₂, haveria um incremento na produtividade das culturas C₃ e C₄ de 25% e 10%, respectivamente. Assumindo-se que esse incremento seria linear, foram utilizados valores para o parâmetro f_{CO_2} de 7,14%.ppm⁻¹ para a cultura C₃ e 2,9%.ppm⁻¹ para a cultura C₄. Para o cenário A₂, o IPCC (2007) estabelece as seguintes concentrações de CO₂: 440ppm, 559ppm e 721ppm para

os anos de 2020, 2050 e 2080, respectivamente. Para o ano-base, utilizou-se a concentração de 370 ppm. A análise de tendência da série histórica para as culturas de feijão e milho, para todas as mesorregiões, foi baseada em dados do IBGE, considerando-se dados de produtividade relativos ao período de 1976 a 2004. E a tendência de produtividade foi calculada por meio de regressão linear simples, utilizando-se os dados observados. E a mudança relativa na produtividade entre anos foi calculada por:

$$Pr = \frac{Pe_{(t)}}{Pe_{(t-1)}} \quad (2)$$

em que: Pr=mudança relativa na produtividade entre anos; e, Pe= produtividade estimada para determinado ano por meio de regressão linear simples dos dados observados para cada mesorregião (kg.ha⁻¹). O efeito da tecnologia na produtividade real foi, em seguida, calculado por:

$$P_T = Pr_{(t_0)} + \int_{t_0}^t Pr, a \quad (3)$$

em que: P_T=efeito da tecnologia na produtividade; Pr_(t₀)= mudança relativa na produtividade para o ano base 2000; e, Pr,a= representa o incremento na mudança relativa da produtividade com referência para o ano base 2000. Posteriormente, esse fator foi multiplicado pela produtividade observada no ano-base. Para estimativa da produtividade real futura, também, foram considerados os efeitos do clima e da fertilização por CO₂. O efeito da tecnologia na produtividade potencial foi calculado, empregando-se a equação:

$$PP_T = P_g + \int_{t_0}^t P_g \times f_{T,Pr(t)} \quad (4)$$

em que: PP_T= efeito da tecnologia na produtividade potencial; P_g= progresso genético, para a cultura do feijão (1,6%/ano) e para a cultura do milho (1,82%/ano), conforme MATOS (2005); e, f_{T,Pr(t)}= parâmetro que representa o efeito da tecnologia na produtividade potencial, 0,8 para 2020; 0,6 para 2050 e 0,4 para 2080 (EWERT et al., 2005). Em seguida, o fator que representa o efeito da tecnologia na produtividade potencial foi inserido no modelo na taxa de fotossíntese bruta. Posteriormente, foram gerados mapas temáticos do estado de Minas Gerais, mostrando a evolução espacial e temporal da produtividade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1 observa-se que para as duas culturas, a partir de 2050, ocorre queda na produtividade potencial em todas as mesorregiões, sendo tal queda mais agravada nas simulações para 2080. Acredita-se que essa queda foi devida, principalmente, às temperaturas mais altas que têm como consequência, menor assimilação de carbono, decorrente do encurtamento das fases fenológicas e aumento da taxa de respiração de manutenção.

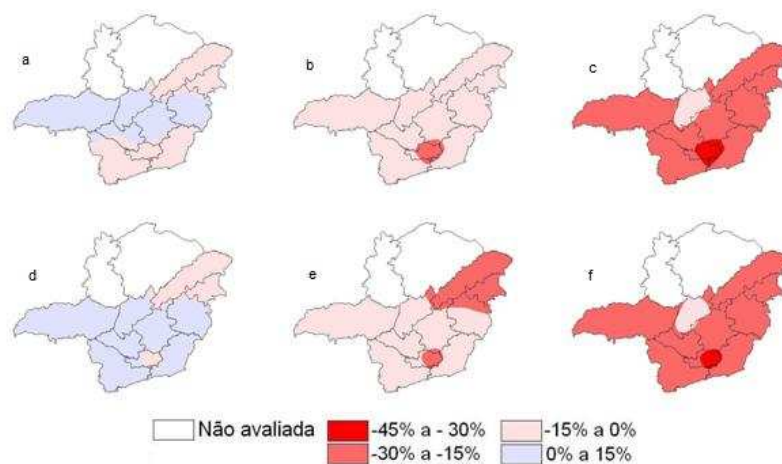


Figura 1 - Projeção de variações percentuais na produtividade potencial simuladas a partir de dados diários para o cenário A₂ do modelo HadCM3, para a cultura do feijão: (a) 2020; (b) 2050; (c) 2080; e, para a cultura do milho: (e) 2020; (d) 2050; (f) 2080.

Na Figura 2 observa-se que para a cultura do feijão, ao introduzir o efeito fertilização por CO₂ nos modelos, houve incremento na produtividade potencial em todas as mesorregiões, para o ano de 2020. Apenas a mesorregião Campos das Vertentes apresentou queda na produtividade, para os anos de 2050 e 2080.

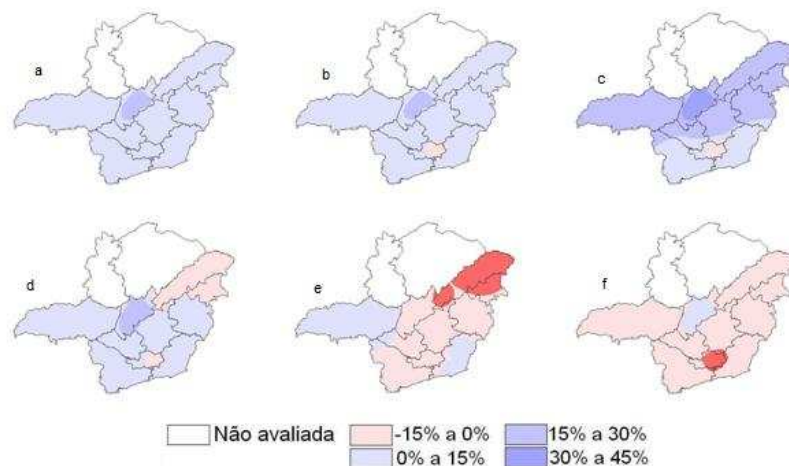


Figura 2 - Projeção de variações percentuais na produtividade potencial simuladas a partir de dados diários para o cenário A₂ do modelo HadCM3, considerando o efeito fertilização por CO₂, para a cultura do feijão: (a) 2020; (b) 2050; (c) 2080; e, para a cultura do milho: (e) 2020; (d) 2050; (f) 2080.

Para a cultura do milho o efeito fertilização por CO₂ foi menos evidente. Com a introdução do efeito tecnológico nas simulações, observa-se incremento na produtividade potencial em todas as mesorregiões, tanto para a cultura do feijão quanto para a cultura do milho (Figura 3).

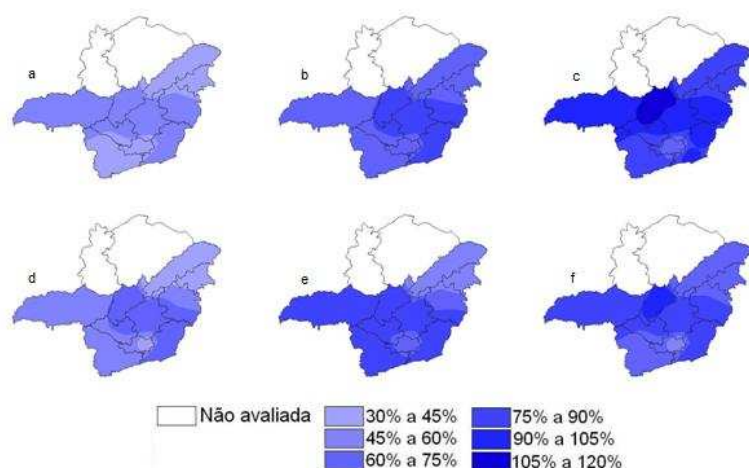


Figura 3 - Projeção de variações percentuais na produtividade potencial simuladas a partir de dados diários para o cenário A₂ do modelo HadCM3, considerando o efeito fertilização por CO₂ e o avanço tecnológico, para a cultura do feijão: (a) 2020; (b) 2050; (c) 2080; e, para a cultura do milho: (e) 2020; (d) 2050; (f) 2080.

CONCLUSÕES: Alterações simuladas para produtividade potencial, considerando-se apenas as condições climáticas futuras, indicaram tendência de queda em todas as mesorregiões. Com a introdução do efeito fertilização por CO₂ no modelo, essa tendência foi minimizada, principalmente para a cultura do feijão. Ao considerar, também, o avanço tecnológico nas simulações, constatou-se aumento na produtividade potencial para as duas culturas, em todas as mesorregiões estudadas. O efeito da tecnologia foi o maior responsável por esse aumento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- EASTERLING, W. E. et al. Spatial scales of climate information for simulating wheat and maize productivity: the case of the US Great Plains. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 90, p. 51–63, 1998.
- EWERT, F. et al. Future scenarios of European agricultural land use. I. Estimating changes in crop productivity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.107, p.101-116, 2005.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change): **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Cambridge University Press: Cambridge, 18 p, 2007.
- LIMA, M. Impactos das mudanças climáticas na agricultura. *Cadernos NAE 3*, v. 1, p. 171-174, 2005.
- LUO, Q. et al. Potential impact of climate change on wheat yield in South Australia. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.132, p. 273-285, 2005.
- MATOS, J. W. **Análise Crítica do Programa de Melhoramento Genético do Feijoeiro da UFPA no Período de 1974 a 2004**. 2005. 85 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- RICHTER, G. M.; SEMENOV, M. A. Modelling impacts of climate change on wheat yields in England and Wales: assessing drought risks. **Agricultural Systems**, v. 84, p. 77-97, 2005.
- TUBIELLO, F. N. et al. Effects of climate change and elevated CO₂ on cropping systems: model predictions at two Italian locations. **European Journal of Agronomy**, v.13, p.179–189, 2000.
- ZHANG, X. C.; LIU, W. Z. Simulating potential response of hydrology, soil erosion, and crop productivity to climate change in Changwu tableland region on the Loess Plateau of China. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 131, p.127-142, 2005.